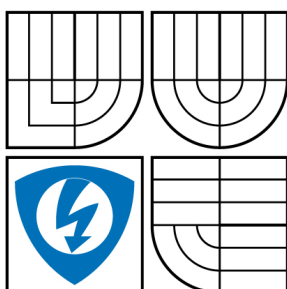




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

ÚČINNOST ČISTÍCÍCH METOD V ELEKTRONICE A HODNOCENÍ Z HLEDISKA EKOLOGIE

EFFECTIVITY OF CLEANING METHODS IN ELECTRONICS AND CLASSIFICATION INC.
ECOLOGY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. MARTIN BURŠÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. IVAN SZENDIUCH, CSc.

BRNO 2008

**LICENČNÍ SMLOUVA
POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO**

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Martin Buršík
Bytem: Klabalská cesta 4304, 76001, Zlín
Narozen/a (datum a místo): 18. 02. 1984, Zlín
(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 602 00, Brno
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
Ing. Edita Hejátková
(dále jen „nabyvatel“)

**Článek 1
Specifikace školního díla**

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):
- ☐ disertační práce
 - ☒ diplomová práce
 - ☐ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Účinnost čistících metod v elektronice a hodnocení
z hlediska ekologie

Vedoucí/ školitel VŠKP: doc. Ing. Ivan Szendiuch, CSc.

Ústav: Ústav mikroelektroniky

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- | | |
|--|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> tištěné formě | – počet exemplářů 2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> elektronické formě | – počet exemplářů 1 |

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☒ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 19. 5. 2008

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá otázkou moderního čištění v elektrotechnice. Byl vytvořen ucelený pohled na ekologické hodnocení čistícího procesu z hlediska legislativy. Pro testování čistících procesů byl v zázemí společnosti PBT Rožnov p.R., s. r. o. vyvinut testovací vzorek a optická metoda vyhodnocení. Dále se práce věnuje jednotlivým konfiguracím postřikových systémů (SWASH, prototyp SWASH, super SWASH). Vývojovými zkouškami byla provedena analýza parametrů postřikových systémů a paralelně probíhal vývoj postřikové myčky super SWASH. Výsledná aplikace optické metody vyhodnocení nám umožňuje detailní porovnání efektivity postřikového a ultrazvukového systému.

Abstract:

Diploma thesis is concerned with a theme of a modern cleaning process in electrical industry. There is shown a general view on ecological evaluation of the cleaning process, represented by the law. By the help of PBT Rožnov p. R., s. r. o. were designed and developed the test element and the optical evaluation method for testing the cleaning process. Further there are described different configurations of cleaning spray systems (SWASH, prototyp SWASH, super SWASH). By the development trial were analysed parameters of spray systems and simultaneously was developed the super SWASH spray system. Optical evaluation method, which allows detailed comparison, was applied on the outputs of above mentioned cleaning spray systems and also of ultrasonic cleaning systems.

Klíčová slova:

čištění, ekologie, legislativa, hodnotící nástroje

Keywords:

cleaning, ecology, legislation, valuation tools

Bibliografická citace mé práce:

BURŠÍK, M. *Účinnost čistících metod v elektronice a hodnocení z hlediska ekologie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 99 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Ivan Szendiuch, CSc.

Prohlášení autora o původnosti díla:

Prohlašuji, že jsem tuto vysokoškolskou kvalifikační práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 19.5. 2008

.....

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ivanu Szendiuchovi, Csc. za trpělivé vedení při tvorbě diplomové práce.

Rovněž bych rád poděkoval Ing. Michalu Šafferovi a Ing. Vladimíru Sítkovi za metodické vedení při vývoji testovací optické metody.

Dále bych rád poděkoval všem blízkým, kteří mě při studiu na FEKT VUT vytvořili očekávané zázemí.

OBSAH

1 ÚVOD	4
1.1 PŘEHLED PRÁCE	4
1.2 SPOLUPRÁCE S PRŮMYSEM	5
1.2.1 PBT - Profil společnosti	5
1.2.2 Řešená problematika	5
1.2.3 Výsledky spolupráce	5
2 PROBLEMATIKA ČIŠTĚNÍ V ELEKTROTECHNICKÝCH VÝROBÁCH	6
2.1 POUŽITÍ ČISTÍCÍHO PROCESU PŘI VÝROBĚ DPS	6
2.1.1 Popis oblasti aplikace čisticího procesu	6
2.1.2 Životní cyklus DPS	7
2.1.3 Rozbor sériové výroby	7
2.1.4 Popis čisticího procesu	9
2.2 LEGISLATIVA A EKOLOGICKÝ DOHLED	10
2.2.1 Klasifikace látek	12
2.2.2 Souhrnné hodnocení vybraných látek	14
3 VÝVOJ TESTOVACÍ DESKY	16
3.1 PRVNÍ ZPŮSOB OSAZENÍ (DISPENZOR, LEPIDLO)	16
3.1.1 Parametry osazení	16
3.1.2 Tisk lepidla, osazení	16
3.1.3 Shrnutí a závěr	18
3.2 DRUHÝ ZPŮSOB OSAZENÍ (ŠABLONOVÝ TISK, LEPIDLO)	18
3.2.1 Parametry osazení	18
3.2.2 Šablona, tisk lepidla, osazování, testování	19
3.2.3 Shrnutí a závěr	21
3.3 TŘETÍ ZPŮSOB OSAZENÍ (ŠABLONOVÝ TISK, PASTA, CU PLOŠKY)	22
3.3.1 Parametry osazení	22
3.3.2 Napaření Cu plošek, tisk pasty, osazení, testování	22
3.3.3 Shrnutí a závěr	24
3.4 ČTVRTÝ ZPŮSOB OSAZENÍ (ŠABLONOVÝ TISK, LEPIDLO, LEPTANÁ TĚLA ČIPŮ)	24
3.4.1 Parametry osazení	25
3.4.2 Úprava čipů, tisk lepidla a osazení, testování, páskový zásobník	25
3.4.3 Shrnutí a závěr	28
3.5 PÁTÝ ZPŮSOB OSAZENÍ (SUBSTRÁT – NAPŘÍKLAD FR4, CU PLOŠKY, PASTA)	28
3.6 ŠESTÝ ZPŮSOB OSAZENÍ (ŠABLONOVÝ TISK, LEPIDLO, POLOTOVARY ČIPŮ)	30
3.6.1 Parametry osazení	30
3.6.2 Testování	30
3.7 FINÁLNÍ PODOBA TESTOVACÍ DESKY	31
3.7.1 Použité SMD čipy	31
3.7.2 Konfigurace osazení	32
3.7.3 Tisková šablona	32
3.7.4 Zkompletovaný vzorek	34

4	ANALYZOVANÉ METODY ČISTÍCÍCH PROCESŮ	35
4.1	TYPY ČISTÍCÍCH SYSTÉMŮ	35
4.1.1	<i>Postřikové systémy myček typu SWASH</i>	<i>35</i>
4.1.2	<i>Modulární systémy</i>	<i>35</i>
4.1.3	<i>Ultrazvukové mycí procesy.....</i>	<i>35</i>
4.2	POSTŘIKOVÉ SYSTÉMY MYČEK TYPU SWASH, MODULE CLEAN	36
4.2.1	<i>Konfigurace postřiku myček typu SWASH a module CLEAN</i>	<i>36</i>
4.3	SWASH (PRVNÍ VERZE SYSTÉMU POSTŘIKU VE VZDUCHU)	39
4.3.1	<i>Popis funkce, nastavení postřiku.....</i>	<i>39</i>
4.3.2	<i>Schéma postřikového systému.....</i>	<i>39</i>
4.3.3	<i>Postřikový a oplachový okruh (potrubní schéma).....</i>	<i>40</i>
4.4	VÝVOJOVÝ STUPEŇ DRUHÉ VERZE SYSTÉMU POSTŘIKU VE VZDUCHU	42
4.4.1	<i>Popis funkce, nastavení postřiku.....</i>	<i>42</i>
4.4.2	<i>Schéma postřikového systému.....</i>	<i>43</i>
4.5	SUPER SWASH (DRUHÁ VERZE SYSTÉMU POSTŘIKU VE VZDUCHU).....	44
4.5.1	<i>Popis funkce, nastavení postřiku.....</i>	<i>44</i>
4.5.2	<i>Schéma postřikového systému.....</i>	<i>44</i>
4.5.3	<i>Postřikový a oplachový okruh (potrubní schéma).....</i>	<i>45</i>
4.6	MODULE CLEAN.....	47
4.6.1	<i>Popis funkce, nastavení postřiku.....</i>	<i>47</i>
4.6.2	<i>Schéma postřikového systému.....</i>	<i>47</i>
4.6.3	<i>Postřikový a oplachový okruh (potrubní schéma).....</i>	<i>48</i>
4.7	MINI CLEAN	50
4.7.1	<i>Popis funkce, nastavení</i>	<i>50</i>
4.7.2	<i>Čistící a oplachový okruh (potrubní schéma)</i>	<i>50</i>
5	TESTOVÁNÍ EFEKTIVNOSTI ČISTÍCÍCH METOD	53
5.1	ROZDĚLENÍ VÝVOJOVÝCH ZKOUŠEK ZAŘÍZENÍ	53
5.1.1	<i>Paralelní průběh vývoje systému SWASH a testovací desky</i>	<i>53</i>
5.1.2	<i>Přehled vývojových zkoušek</i>	<i>55</i>
5.1.3	<i>Přehled Doplnkových zkoušek</i>	<i>55</i>
5.2	SROVNÁVACÍ ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ SWASH	56
5.2.1	<i>Analýza mycího procesu myčky SWASH (tabulka 12/A)</i>	<i>56</i>
5.3	VÝVOJOVÉ ZKOUŠKY POSTŘIKU PROTOTYPU SWASH.....	58
5.3.1	<i>Analýza mycího procesu prototypu SWASH (tabulka 12/B)</i>	<i>58</i>
5.3.2	<i>Změna konfigurace mycího procesu prototypu SWASH (tabulka 12/C) ..</i>	<i>60</i>
5.3.3	<i>Analýza mycího procesu prototypu SWASH (tabulka 12, C)</i>	<i>61</i>
5.3.4	<i>Změna konfigurace mycího procesu prototypu SWASH (tabulka 12/D) ..</i>	<i>65</i>
5.3.5	<i>Analýza mycího procesu prototypu SWASH (tabulka 12/D)</i>	<i>66</i>
5.3.6	<i>Srovnání zařízení SWASH a prototyp SWASH</i>	<i>67</i>
5.4	DOPLŇKOVÉ ZKOUŠKY ZTRÁT A SUŠENÍ	68
5.4.1	<i>Zkouška odparu (SWASH)</i>	<i>68</i>
5.4.2	<i>Výnosy (SWASH)</i>	<i>70</i>
5.4.3	<i>Zkouška sušení (prototyp SWASH).....</i>	<i>70</i>
5.5	VYHODNOCENÍ ZKOUŠEK ZAŘÍZENÍ SWASH A PROTOTYP SWASH	71
5.6	TESTOVACÍ SUBSTRÁT (OPTICKÁ KONTROLA)	72

5.6.1	<i>Podoba čištěného vzorku</i>	72
5.6.2	<i>Metoda vyhodnocení zbytkové kontaminace</i>	73
5.6.3	<i>Zkoušky účinnosti postřikového systému</i>	74
5.7	OSTRÉ ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ SUPER SWASH.....	75
5.7.1	<i>Konstantní čas, porovnání zbytkových nečistot.....</i>	75
5.7.2	<i>Sledování vývoje mycího cyklu v závislosti na délce procesu</i>	78
6	VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KONFIGURACÍ OSTRÝCH ZKOUŠEK	84
6.1	ZPŮSOB VYHODNOCENÍ	84
6.2	ZKOUŠKY S KONSTANTNÍ DÉLKOU MYCÍHO PROCESU	88
6.2.1	<i>Ultrazvuk, 20 minut (Ø 2,35%, max 16%).....</i>	<i>88</i>
6.2.2	<i>Postřik, super SWASH, 20 minut.....</i>	<i>89</i>
6.3	ZKOUŠKY VYHODNOCUJÍCÍ JEDNOTLIVÉ FÁZE (ČASOVÉ INTERVALY)	90
6.3.1	<i>Ultrazvuk, 90s (Ø 1,35%, max 12%).....</i>	<i>90</i>
6.3.2	<i>Postřik, super SWASH, 10, 20, 30, 40 minut, svislá konfigurace</i>	<i>91</i>
6.3.3	<i>Postřik, super SWASH, 10, 20, 30, 40 minut, vodorovná konfigurace.....</i>	<i>92</i>
6.3.4	<i>Postřik, module CLEAN 10, 20, 30, 40 minut</i>	<i>93</i>
7	VLIV TESTOVANÝCH PARAMETRŮ MYČEK NA EFEKTIVITU POSTŘIKU ...	94
8	ZÁVĚR	96
9	SEZNAM ZKRATEK	98
10	POUŽITÁ LITERATURA.....	99